



معرفی سیستم دال مجوف کانتراس وافل

مقدمه:

شرکت مهندسی بهسازان به عنوان یک شرکت مهندسی پیشرو در زمینه اجرای فناوری های نوین سازه ای، از سال ۱۳۸۷ فعالیت خود را به صورت متمرکز در راستای توسعه سیستم دال های مجوف با قالب ماندگار قرار داده و به عنوان اولین شرکت فعال در این حوزه سعی در توسعه این فناوری در سطح ملی و بین المللی داشته است. این مجموعه با داشتن سابقه ای ارزنده در زمینه مشاوره و اجرای انواع سازه، از سال ۱۳۹۰ اقدام به ورود در زمینه طرح و اجرای دال های مجوف با قالب های ماندگار در ایران و برداشتن گام هایی موثر در راستای بسط و توسعه فنی این سیستم در کشور نمود.

شرکت مهندسی بهسازان پس از ثبت سیستم دال های مجوف دو پوش با قالب های ماندگار کانتراس در سال ۱۳۹۳ و پیاده سازی موفق طرح توسعه و صنعتی سازی آن و استقبال گسترده مهندسين صنعت ساختمان از این سیستم، درصدد ابداع سیستم سقف دال مجوف تک پوش با نام تجاری کانتراس وافل برآمد. این طرح که پس از کسب تجربه سالها کار با سیستم های دال مجوف و با ابتکار تیم تحقیق و توسعه شرکت مهندسی بهسازان ابداع شده است، از ترکیب دو سیستم کانتراس و وافل بوجود آمده است. در این سیستم قالب های ماندگار شرکت بهسازان بعنوان قالب های تو پر و کامپوزیتی سقف عمل میکنند که از نظر فنی و اقتصادی دارای مزایای فراوانی میباشد که طی این مقاله به معرفی و مقایسه آن میپردازیم.



۱- معرفی تکنولوژی سقف کانتراس وافل:

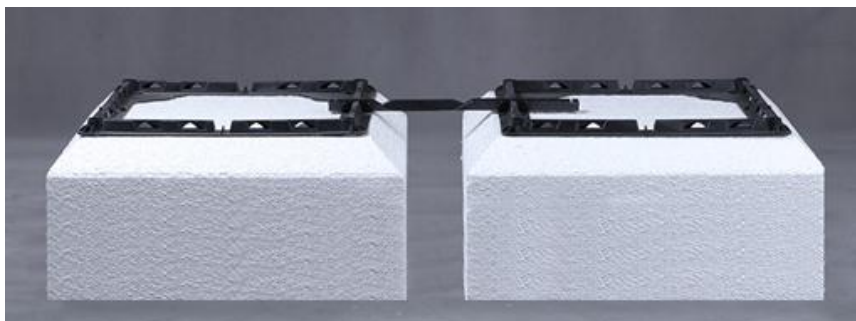
سیستم سقف کانتراس وافل (Contruss Waffle) دال مجوف تک پوش متشکل از بتن ، میلگرد و قالب های ماندگار بهسازان بوده که دارای مقطع T شکل میباشد و با عملکرد دوطرفه و جایگزینی بار مرده دال با قالب موجب کاهش وزن، توأم با حفظ سختی و ظرفیت خمشی دال می شود که در نهایت منجر به مصرف بهینه مصالح و قابلیت افزایش طول دهانه بدون افزایش ضخامت مقطع میگردد. قابلیت تولید قالبهای بهسازان در ابعاد مختلف سبب شده تا بهینه ترین مقطع سقف جهت دهانه های مختلف اجرا گردد؛ و حتی میتوان جهت طراحی و اجرای دالهای یکطرفه نیز از این سیستم استفاده نمود.



شکل ۱-۱ نمونه قالب کانتراس وافل

۲- معرفی قالب کانتراس وافل:

قالب کامپوزیتی کانتراس وافل ترکیبی با هسته میانی از جنس EPS و صفحه پلاستیکی رویی از جنس PP است که به جهت استفاده از پرکننده های حجمی سبک در آن مزایای فنی و اجرایی فراوانی نسبت به سایر قالبها ایجاد کرده است.



شکل ۲-۱ نحوه قرارگیری قالبهای کانتراس وافل در کنار یکدیگر

۳- مزایای دال مجوف:

۳-۱ باربری دوماحور:

در اکثر سقف‌های بازار باربری دال به صورت یکطرفه است. باربری یکطرفه مسیر انتقال بار را طولانی می‌کند و موجب بزرگ شدن ابعاد تیرها ، ستون‌ها و در نهایت سنگینی سقف خواهد شد. دال‌های مجوف در واقع تضمین کننده تمام مزایای دال بتنی توپر می‌باشند و باربری دوطرفه دارند.

۳-۲ حذف آویز تیرهای میانی و پیرامونی و در نتیجه آن:

- اجرای دهانه‌های بلند بدون استفاده از تیرهای بیرون‌زده
- کاهش ارتفاع تمام شده ساختمان و افزایش تعداد طبقات در ارتفاع

نکته: این قابلیت دال‌های مجوف (حذف آویز تیرها)، کاملاً مبتنی بر سیستم سازه ای ساختمان است. در سیستم های سازه‌ای دارای دیوار برشی و یا سازه‌های با ارتفاع کمتر از ۱۰ متر و کمتر از ۳ طبقه، حذف تیرها امکان پذیر خواهد بود. به غیر از موارد مذکور استفاده از تیرها (با آویز و یا مدفون) الزامی است.

۳-۳ سبک‌سازی، ستون‌های کمتر، و مقاومت بیشتر در مقابل زلزله:

- کاهش بار مرده اسکلت که موجب به کارگیری ستون‌های کمتر و لاغرتر ، کاهش بار وارد به شالوده و در نهایت کاهش ارتفاع گودبرداری و حجم فونداسیون می‌گردد.
- کاهش بار مرده سقف که موجب کاهش نیروی زلزله، برش پایه و در نتیجه موجب مقاومت بیشتر ساختمان در برابر زمین لرزه می‌گردد.

۳-۴ انعطاف پذیری در نقشه معماری:

امکان طراحی دال با دهانه بزرگ از بزرگترین مزایای دال مجوف با قالب ماندگار است. داشتن نقشه‌های معماری با دهانه‌های بلند انعطاف‌پذیری مناسبی در طراحی ساختمان و افزایش فضای مفید آن حاصل آید.

۳-۵ امکان ایجاد بازشوهای بزرگ درون دیافراگم

با توجه به ممان اینرسی مقطعی که سقف در این سیستم خواهد داشت، یک دال صلب و سخت را تشکیل می‌دهد که حتی با وجود بازشوهای بزرگ و نامتقارن ، خللی در عملکرد دیافراگم رخ نخواهد داد.

۴- اجرای سیستم کانتراس وافل

۴-۱- قالب بندی سقف: قالب بندی سقف به صورت پیوسته و تخت با پوشش چوبی یا فلزی (و یا سیستم های مشابه) صورت می پذیرد که برای زیرسازی آن می توان از جک ها و یا اسکافلدا استفاده نمود.

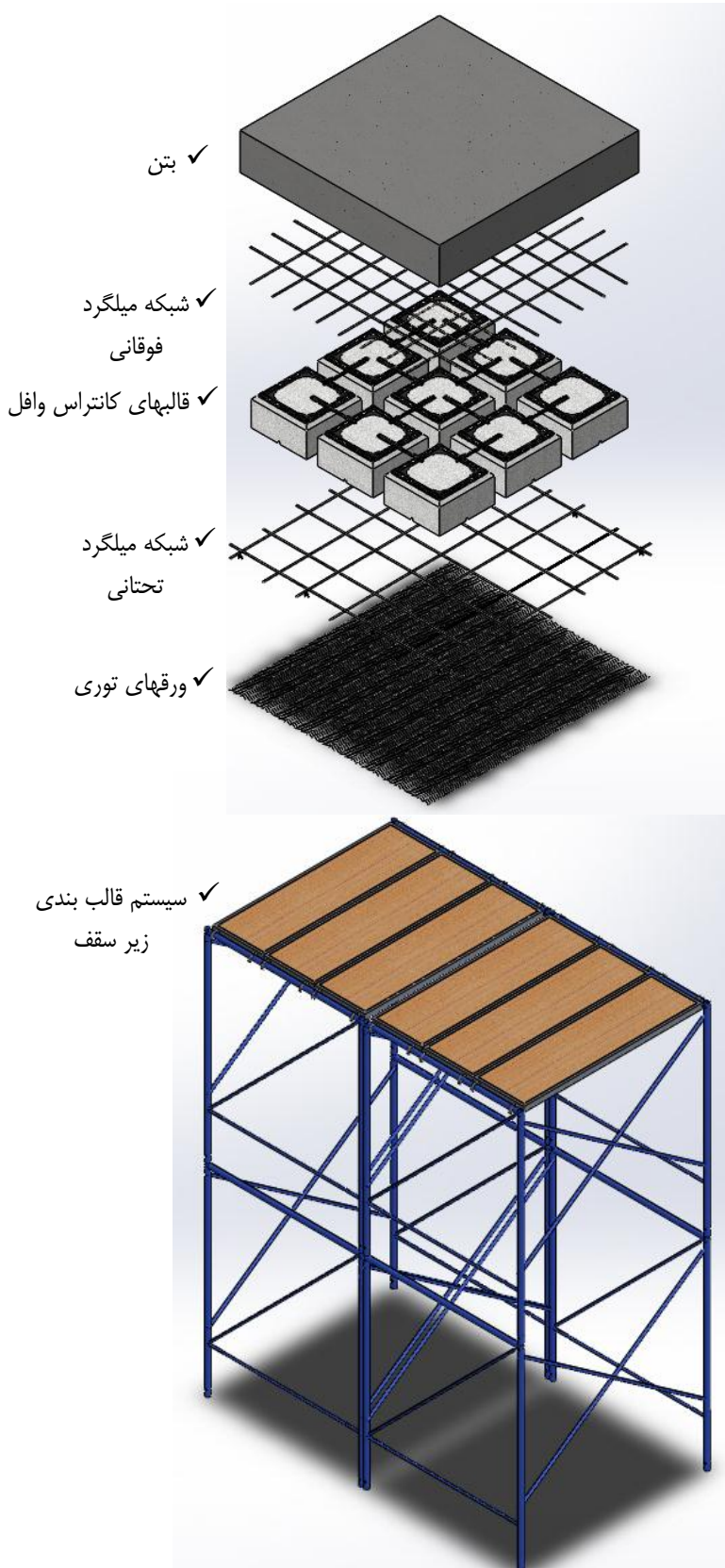
۴-۲- جایگذاری توری: جهت حذف سقف کاذب، بر روی تخته هایی که در مرحله قالب بندی اجرای سقف نصب میشوند ورقهای توری پهن شده و به مش میلگردهای تحتانی متصل میشوند. این شبکه توری علاوه بر اتصال به مش میلگرد با بتن تیرچه ها نیز درگیر شده و بار گچ زیر سقف را به راحتی تحمل میکنند.

۴-۳- اجرای شبکه میلگرد تحتانی: میلگردهای افقی پایین در دو جهت عمود برهم به همراه میلگردهای تقویتی ، تیرهای میانی و انتظار اجرا می گردد. در این مرحله بایستی خیز سقف توسط دوربین کنترل گردد.

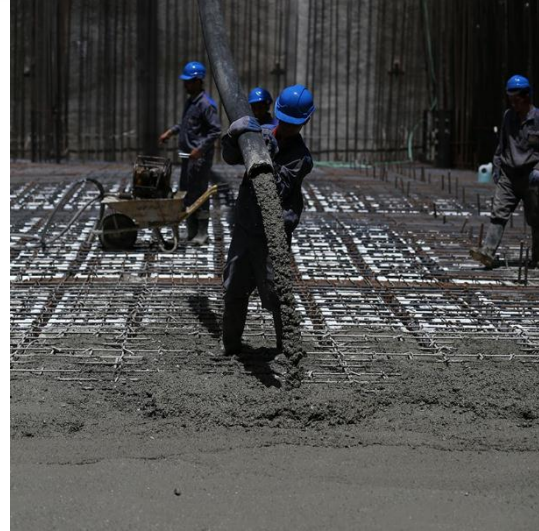
۴-۴- جایگذاری قالب های کانتراس: قالب های کانتراس مطابق نقشه ها بر روی سقف چیده می شوند و بوسیله کمربندهایی به یکدیگر محکم می گردند تا در حین اجرا جابه جا نشوند.

۴-۵- اجرای شبکه آرماتور بالایی: مش آرماتور فوقانی مطابق نقشه های اجرایی در بالای قالب ها بسته می شود تا فرآیند آرماتور گذاری اتمام و دال بتنی آماده بتن ریزی گردد.

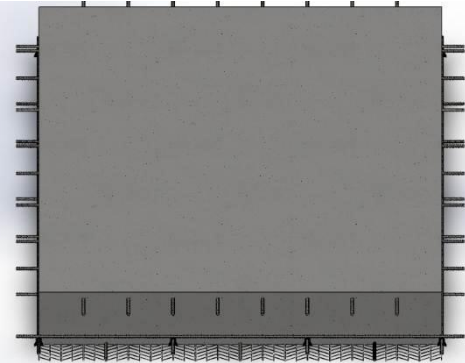
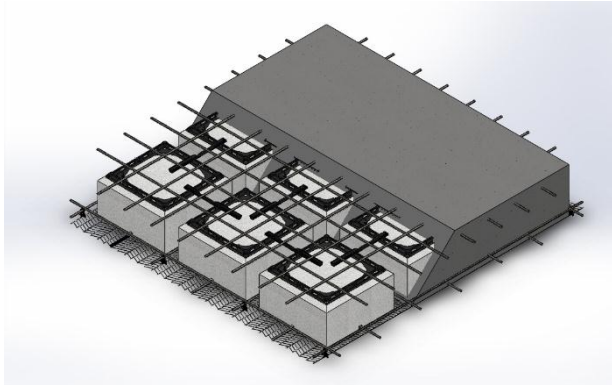
۴-۶- بتن ریزی ، ویبره و تسطیح: در این سیستم بتن ریزی در یک مرحله صورت می پذیرد. همزمان با فرآیند بتن ریزی ، قالب کانتراس وافل در بتن کاملا مدفون و سطح فوقانی به شیوه سنتی تراز و تسطیح و تحویل می گردد.



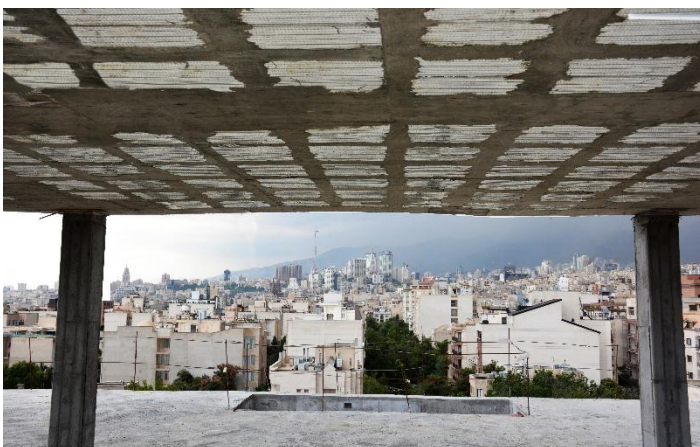
شکل ۴-۱ شماتیک مراحل اجرای سقف کانتراس وافل



شکل ۲-۴ بتن ریزی ، ویبره و تسطیح



شکل ۳-۴ شماتیک مقطع دال کانتراس وافل



شکل ۴-۴ باز کردن جک های زیرین

۴-۷- باز کردن قالب بندی و جک ها:

پس از گیرش بتن (مطابق فرآیند مذکور در آیین نامه ی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان) قالب تحتانی از زیر سقف خارج و سطح زیرین آماده مرحله گچکاری تحویل می گردد.

۵- مزایا و خصوصیات سیستم کانتراس وافل

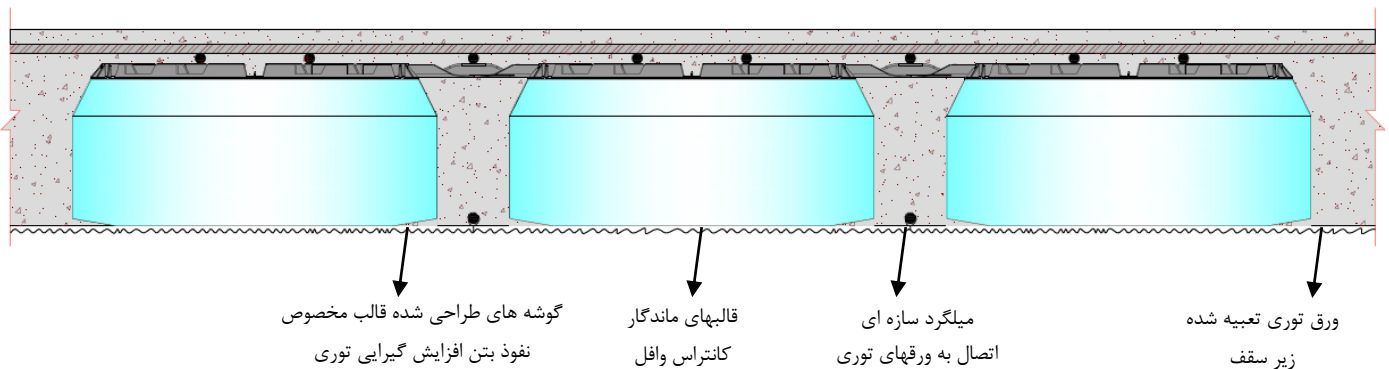
۵-۱- مزایای اقتصادی:

۵-۱-۱- کاهش هزینه اجرای سقف کاذب:

در سیستم کانتراس وافل پس از اجرای سقف و مرحله قالب برداری، سطح زیرین سقف به صورت صاف و یکپارچه و بدون نیاز به اجرای سقف کاذب آماده انجام مرحله نازک کاری خواهد بود. بدین ترتیب که هنگام اجرای سقف بر روی تخته های مخصوص قالب بندی اجرای دال ابتدا توری های رابیتس جایگذاری میشوند که با اتصال به میگردهای سازه ای و درگیر شدن توری با بتن سخت شده دال توانایی نگهداری بار گچ زیر سقف را دارا میباشند. دو روش مخصوص جهت اینکار استفاده میشود:

۱- در این روش که جهت قالبهای تا ابعاد ۶۰ سانتیمتر مناسب میباشد با طراحی منحصر به فرد قالبهای کانتراس وافل مقدار کمی بتن به حجم طراحی شده ای از زیر قالبها نفوذ کرده و با افزایش سطح گیرایی بین ورقهای توری و بتن موجب افزایش استحکام و تامین صلبیت مناسب جهت اجرای مراحل نازک کاری خواهد شد.

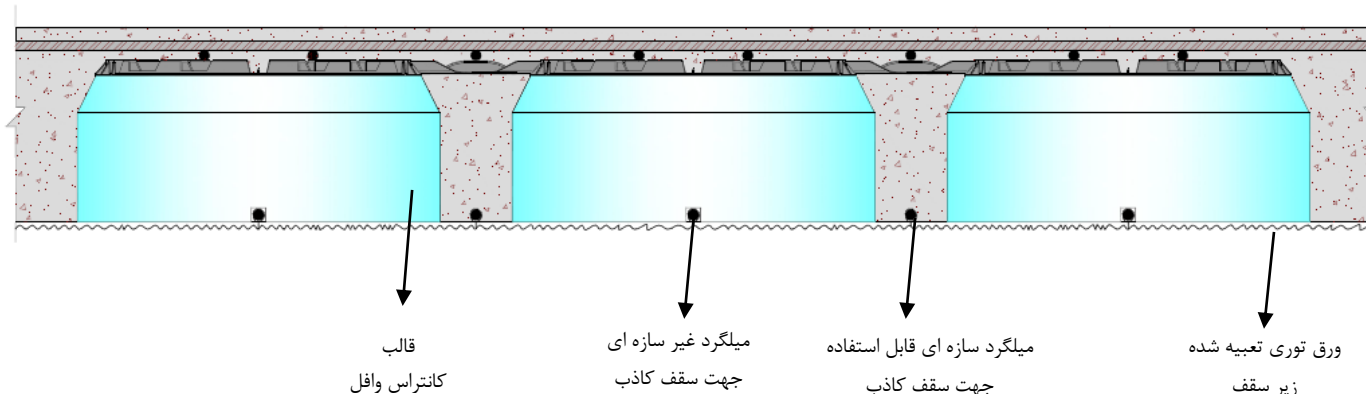
در این سیستم با توجه به حذف کامل میلگردهای غیر سازه ای و همچنین کاهش دستمزد اجرای سقف کاذب، هزینه تمام شده کاهش چشمگیری خواهد داشت و مزید بر آن موجب کاهش زمان بندی کلی پروژه خواهد شد.



شکل ۵-۱- تیپ یک مقطع دال کانتراس وافل و مشاهده جزئیات اجرای سقف کاذب در این سیستم

۲- این روش جهت قالبهای با ابعاد بزرگتر از ۶۰ سانتیمتر مناسب میباشد و با طراحی دیگری از قالبهای کانتراس وافل استفاده می شود. در سطح زیرین قالبها شیاری تعبیه شده که مخصوص عبور یک ردیف میلگرد با سایز حداقل می باشد. این میلگرد با کمک میلگردهای سازه ای و گیرایش توری توسط بتن موجب تامین استحکام کافی و ایجاد صلبیت مناسب جهت اجرای مرحله نازک کاری خواهد شد.

در این سیستم با توجه به کاهش استفاده از میلگردهای غیر سازه ای و همچنین کاهش دستمزد اجرای سقف کاذب هزینه تمام شده کاهش چشمگیری خواهد داشت و مزید بر آن موجب کاهش زمان بندی کلی پروژه خواهد شد.



شکل ۲-۵ تیپ دو مقطع دال کانتراس وافل و مشاهده جزئیات اجرای سقف کاذب در این سیستم



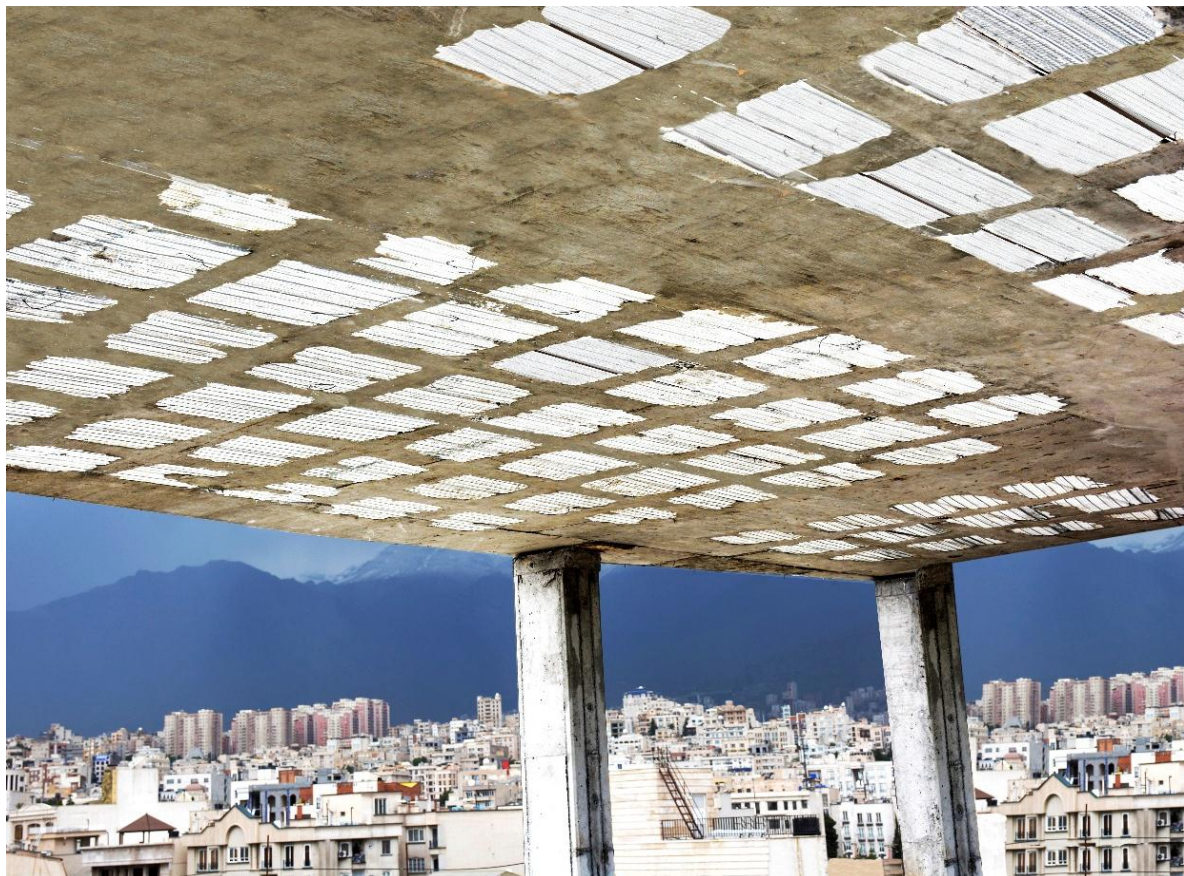
شکل ۱-۵ سطح زیرین دال کانتراس وافل پس از مرحله دکفراژ

۲-۱-۵- کاهش چشم گیر هزینه تامین قالب:

قالبهای چند بار مصرف سقف دال مجوف تک پوش که پس از اجرا مورد استفاده مجدد قرار میگیرند اغلب با صرف هزینه گزاف تامین شده و به جهت ابعاد قالب منحصر به فرد هر پروژه پس از اتمام آن قابل استفاده در پروژه های با ابعاد قالب متفاوت نیستند که موجب تحمیل هزینه به مجریان ساختمان میگردد، در صورتی که هزینه قالب کانتراس کسر قابل توجهی نسبت به قالبهای چندبار مصرف را کاهش میدهد و همچنین با توجه با توانایی تولید قالب در ابعاد مختلف میتوان جهت پروژه های متفاوت از این قالبها استفاده کرد.

۳-۱-۵- قابلیت تغییر ابعاد قالب برای طراحی بهینه:

قالب های کانتراس وافل در کارخانه توسط دستگاه های CNC پیشرفته بریده می شوند و برای هر سایز و ابعادی قابل ساخت و اجرا هستند. این مسئله امکان تحقق بهینه ترین حالت را برای اجرای دال ممکن می سازد. قالب کانتراس، قابلیت تولید مکعب هایی به اضلاع ۴۵ تا ۶۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۲ تا ۶۵ سانتی متر را دارا می باشد که از نظر اقتصادی و فنی موجب بهبود می شود.



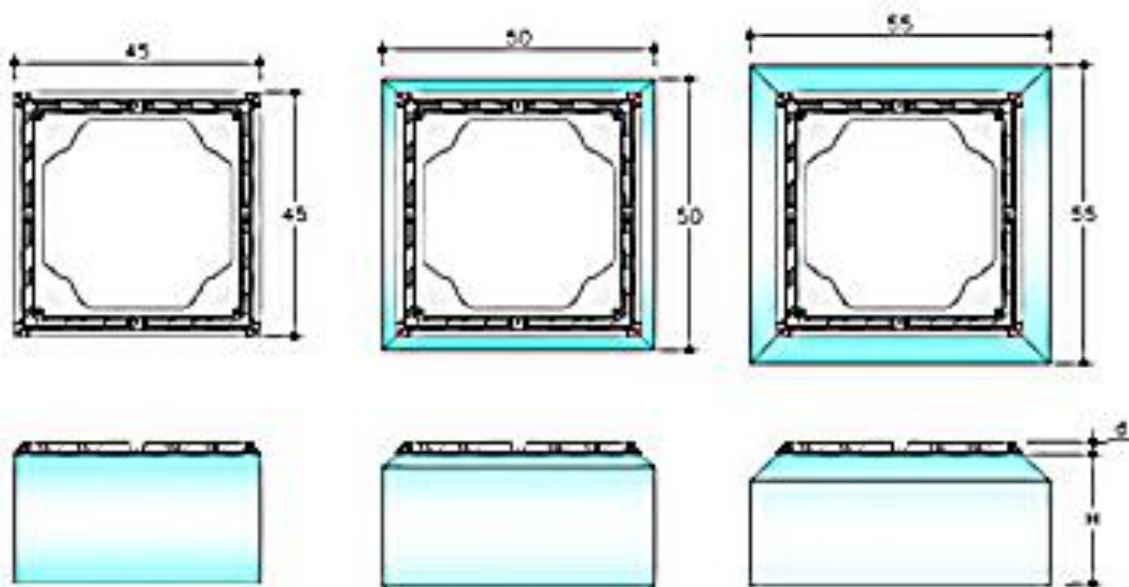
شکل ۲-۵ سطح زیرین دال مجوف با قالب ماندگار کانتراس وافل

۲-۵- مزایای فنی:

۱-۲-۵- کاهش وزن سقف:

بدلیل توانایی تغییر ابعاد قالب کانتراس وافل، دال سقف در این سیستم از منظر وزن و هزینه نسبت به سایر سیستم‌های دال مجوف کمتر خواهد بود. چرا که قالب‌های کانتراس درون کارخانه بریده می‌شوند و برای هر سایز و ابعادی قابلیت ساخت و اجرا را دارند. قالب منشوری شکل کانتراس می‌تواند اضلاعی بین ۴۵ تا ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاعی در محدوده ۱۲ تا ۶۵ سانتی‌متر را داشته باشد که این مسئله امکان تحقق بهینه‌ترین حالت فنی و اقتصادی را برای اجرای دال ممکن می‌سازد.

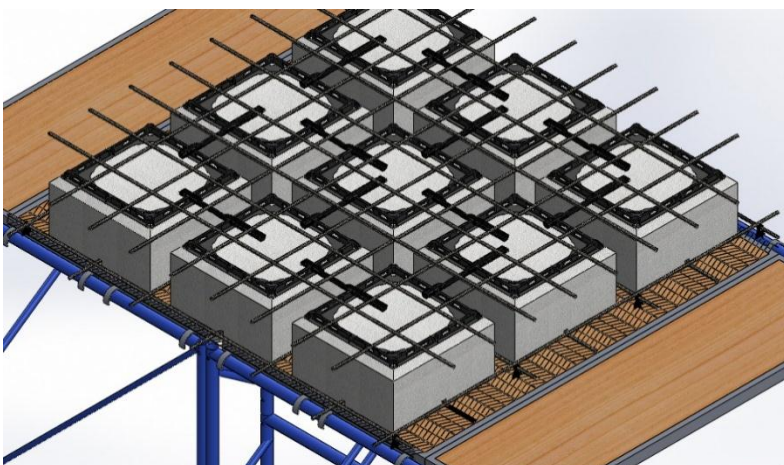
از این رو معمولاً قالب کانتراس قابلیت جایگزینی با تمامی قالب‌های موجود در بازار جهت اجرای سقف‌های وافل را خواهد داشت و تعداد زیادی از کارفرمایان در حین اجرا قالب خود را به کانتراس وافل ارتقاء می‌بخشند تا از مزیت‌های این قالب بهره ببرند.



شکل ۳-۵ قابلیت تغییر ابعاد قالب کانتراس

۲-۲-۵- رعایت کاور مناسب آرماتور:

در قالب کانتراس به دلیل طراحی دقیق سینی نصب شده بر روی قالب، آرماتورها در فاصله معین از سطح قالب قرار می‌گیرند و کاور آرماتور رعایت خواهد شد. بنابراین میتوان مش آرماتور را بدون محدودیت طراحی نمود.



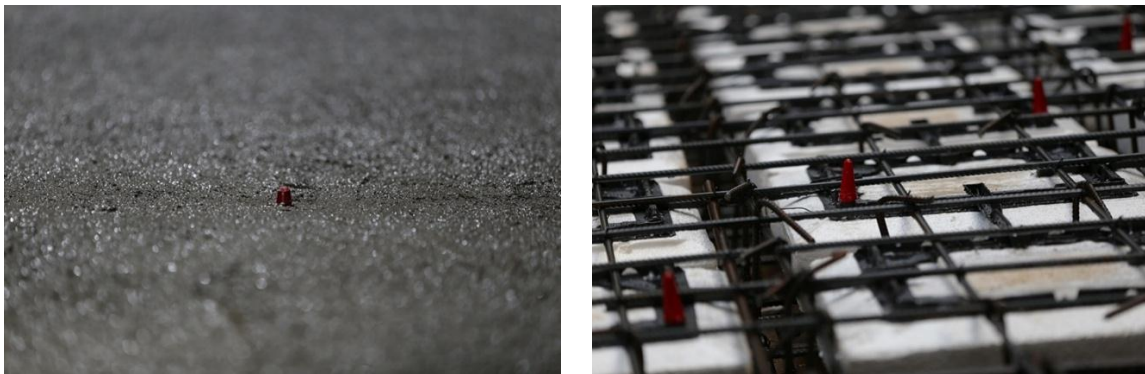
شکل ۴-۵ نصب سینی جهت رعایت کاور آرماتور

۳-۲-۵- توانایی برش قالب و استفاده از قالب نیمه:

قالب کانتراس به دلیل جنس پلی استایرن آن توانایی بریده شدن با اره و سپس جایگذاری به صورت نیمه در تطابق با پلان های نامنظم و نامتقارن و هر ابعادی از دهانه را دارد. این قابلیت انحصاری در جایگذاری قالبها در گوشه های پلان بسیار کمک می نماید.

۳-۲-۵- توانایی نصب شاخص تعیین ضخامت بتن رویی:

پس از چیدن قالب های دال مجوف بر روی سقف و اتمام آرماتوربندی، بتن ریزی سقف آغاز می گردد و در اینجا معمولا تشخیص اینکه چه مقدار بتن روی قالبها بریزیم کار را سخت می کند. شرکت مهندسی بهسازان بر روی سینی رویین قالب کانتراس یک شاخص نصب می کند تا در تراز سقف تا نوک شاخص بتن ریزی صورت گردد و در نهایت بتن کف یک دست و دقیق اجرا گردد.



شکل ۵-۵ شاخص تعیین ضخامت بتن

۳-۵- مدت زمان اجرا:

برای اجرای سقف کانتراس وافل باید مراحل چیدمان قالبها و نصب مش آرماتور بالایی و پایینی و سپس بتن ریزی را انجام دهیم. با توجه به ماندگاری قالبها در سقف، نیازی به صرف زمان قالب برداری نبوده و مرحله دکفراژ آخرین مرحله اجرای سقف میباشد. همچنین در زمان بندی نهایی اجرای کل ساختمان بعلت حذف مرحله اجرای سقف کاذب، استفاده از این سیستم موجب کاهش زمان کلی اجرای ساختمان خواهد شد.

۵-۵ نتیجه گیری :

استفاده از سیستم نوین ساختمانی دال مجوف کانتراس وافل علاوه بر ایجاد مزایای فنی و عدم پیچیدگی اجرا، مزایای اقتصادی زیادی را فراهم می آورد. در این سیستم با اجرای دیتیل ارائه شده میتوان هزینه و زمان اجرای سقف کاذب را کاهش داد. عملکرد دوطرفه و یکپارچه دال مجوف کانتراس وافل از این جهت که در دهانه های بلند سقف های یک طرفه چندان کارایی ندارند، می تواند بسیار مفید باشد. امید است با جایگذاری سیستم دال مجوف با قالب ماندگار کانتراس وافل با سایر سیستم های سنتی پیشین در سطح کشور ، سازه هایی مدرن ، همگام با فناوری روز دنیا و همچنین ایمن در برابر زلزله، ساخته شود.



شکل ۷-۵ سقف اجرا شده به قالب کانتراس وافل